PROEFSTATION

VOOR

VORSTENLANDSCHE TABAK

MEDEDEELING

No. 67.

VOORSPELLING VAN DEN INVALSTIJD DER WEST-MOESSON-REGENS TER VASTSTELLING VAN DEN UITZAAIDATUM VAN TABAK

DOOR

DR. D. TOLLENAAR.

With summary: Westmonsoon-forecasting in behalf of the time of sowing tobacco in the Vorstenlanden.

1930

V. D. 7746-'30.

INHOUD:

		Blz.
I.	*Inleiding*	1
II.	*Vroege en late inval van den Westmoesson sinds 1879. Het gemiddelde moessonverloop, als grondslag voor den gemiddelden plantdatum.*	2
III.	*Samenhang tusschen eenige meteorologische factoren in den Archipel. Atmosferische periodiciteiten en pogingen om hierop lang vooruit een voorspelling te baseeren.*	7
IV.	*Verband tusschen den tijd van inval der Westmoessonregens en de luchtdrukafwijkingen in de voorafgaande maanden*	13
	1. Grondslag der uitgewerkte voorspellingsmethode. . .	13
	2. Bruikbaar maken van de methode.	17
	3. Toepassing van de voorspellingsmethode in de practijk.	20
V.	*Summary: Westmonsoon-forecasting in behalf of the time of sowing tobacco in the Vorstenlanden*	22

I. INLEIDING.

De groote afhankelijkheid der Vorstenlandsche Tabakscultuur van den tijd van invallen der Westmoessonregens, maakt de variatie die hierbij optreedt, zoolang deze niet vooruit kan worden bepaald, tot een zeer wisselvallige en schadelijke factor voor het bedrijf. Wie wel eens in October en November met menschen in aanraking is geweest, die belangen hebben bij de Java-tabakscultuur, zal wel gemerkt hebben, dat dan de vraag, of de regens al of niet zullen doorkomen de belangstelling in elke andere richting volledig heeft gedood.

Tot nu toe was ons geen methode bekend, die ten behoeve van de tabakscultuur iets over het tijdstip van doorkomen der regens kon voorspellen. Wij hebben gemeend het vraagstuk eens geheel in studie te moeten nemen, omdat vooral de laatste jaren de inval van den Westmoesson voor den tabaksplanter groote teleurstellingen heeft gebracht.

Van het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia hebben wij alle noodige gegevens ter beschikking gekregen, terwijl PROF. BOEREMA en DR. BERLAGE zoo bereidwillig zijn geweest het manuscript dezer publicatie nog eens vóór den druk te willen doorlezen, waarvoor wij hierbij onzen hartelijken dank uitspreken.

II. VROEGE EN LATE INVAL VAN DEN WESTMOESSON SINDS 1879. — HET GEMIDDELDE MOESSONVERLOOP ALS GRONDSLAG VOOR DEN GEMIDDELDEN UITZAAIDATUM.

De tabaksplanter spreekt van droge en natte jaren. De eerste zijn die, waarin gedurende de tabakscampagne (Augustus tot December) weinig regen valt. In de groote meerderheid van de gevallen wordt deze weinige regen veroorzaakt, doordat inplaats van in October de regens pas doorkomen in November of zelfs eerst in December. Daardoor moet men zijn voetblad onberegend oogsten. Bovendien ontwikkelt op de sterk chloorhoudende gronden de plant zijn blad in een tijd, dat de NaCl-concentratie van het bodemvocht nog niet door flinke regens is verlaagd, waardoor veel chloor wordt opgenomen en een zeer slechte brandbaarheid het gevolg is.

De slechte z.g. droge jaren zijn dus de jaren met laten inval der Westmoessonregens.

Sinds 1879 beschikken wij voor Djocjakarta, Klaten en Soerakarta over regencijfers van het Kon. Magnetisch en Meteorologisch Observatorium en we hebben van dien datum af de jaren verdeeld in *droge* en *natte* jaren voor de tabak, welk overzicht wij hieronder laten volgen.

TABEL 1.

Droge jaren	*Natte jaren*	
1881	**1879**	(1897)
1882	1880	1898
1884	(1883)	**1900**
1885	1886	1901
1888	1887	1903
1891	1889	1904
1896	(1890)	1906
1899	1892	1907
1902	1893	1908
1905	1894	1909
1913	1895	**1910**

Droge jaren	*Natte jaren*	
1914	1911	1921
1918	1912	1922
1919	1915	1924
1923	**1916**	(1927)
1925	1917	1928
1926	**1920**	
1929		

De vetgedrukte droge jaren zijn buitengewoon droog voor de tabak geweest. De regens kwamen niet door vóór December; in de rest der jaren eerst in November.

De vetgedrukte natte jaren zijn die jaren, waarin al zware regens in Augustus en September vielen, en waar van een droge Oostmoesson feitelijk geen sprake is geweest. Dit zijn de eigenlijke natte, „verregende tabaksjaren", waarvan het aantal zooals men ziet gering is geweest.

Eindelijk vindt men nog eenige jaren tusschen haakjes vermeld. Wanneer wij namelijk aan de definitie vasthouden, dat we alleen jaren droog zullen noemen, in geval de regens later invallen dan October, dan zouden we bedoelde jaren nat moeten noemen. Het komt echter ook wel voor, dat na de eerste regens weer droge perioden volgen, de regens m. a. w. niet goed doorzetten. Waarschijnlijk zal de tabaksplanter enkele dezer jaren dan ook wel droog (ongunstig) noemen. Als twijfelachtige jaren hebben we ze tusschen haakjes geplaatst. Hun aantal blijft tenslotte klein.

Gedurende 51 jaren hebben wij 18 uitgesproken droge jaren gehad; wanneer wij de twijfelachtige gevallen meetellen zelfs 22. Over een vrij lang tijdsverloop blijken dus zoowat 40 % jaren te zijn, die bij den tegenwoordigen uitzaaidatum beslist slechte oogsten moeten geven voor de Vorstenlandsche tabak. Dit demonstreert wel van hoe groot belang het zou wezen, wanneer wij door tijdige voorspelling den plantdatum konden verlaten en de groeiperiode verleggen in een normale regenperiode.

Laten wij nog even nagaan, hoe de droge jaren over de decennia verdeeld zijn (tusschen haakjes is vermeld het aantal, indien de twijfelachtige jaren meegeteld worden als droog):

1881 — 1890:	5	(7)
1891 — 1900:	3	(4)
1901 — 1910:	2	(2)
1911 — 1920:	4	(4)
1921 — 1929:	4	(5)

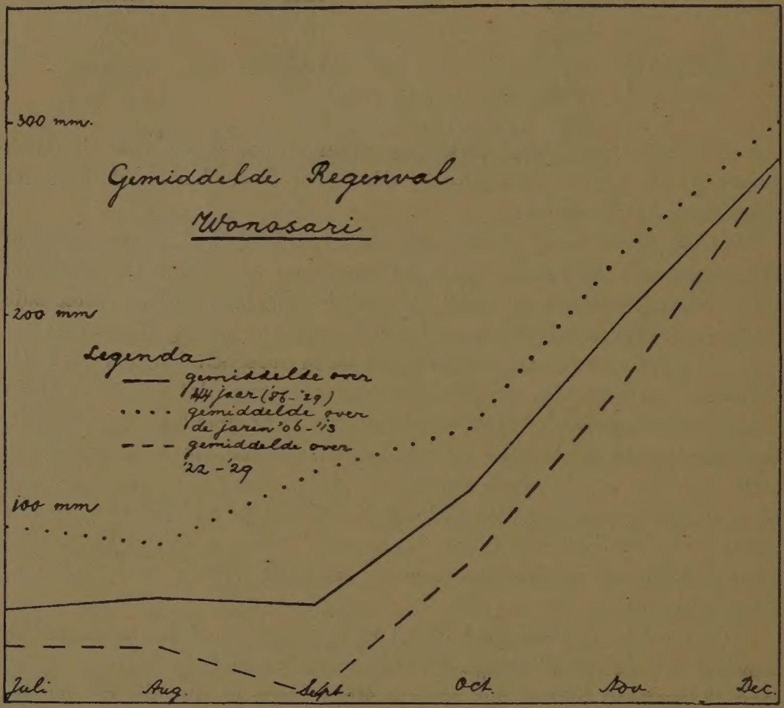

Fig. 1. *Gemiddelde maandelijksche regenval te Wonosari (Gouv. Soerakarta) in de maanden Juli tot December* over 44 jaar ('86 — '29), van '06 — '13 en van '22 — '29.

Mean monthly rainfall at Wonosari (Govern. Soerakarta).

Het slechtste is het dus wel geweest in de tachtiger jaren; de minste slechte tabaksjaren kwamen voor van 1901 — 1910.

Dit laatste moet nu nader onze aandacht hebben, omdat de nog tegenwoordig geldende uitzaaidatum toen uitstekend geschikt is gebleken voor die periode.

Wij hebben den gemiddelden regenval (over 51 jaren) eens vergeleken met de 8 jaren van 1906 tot en met 1913 en met de laatste 8 jaren (1921 tot en met 1929). Voor Wonosari en Djocjakarta zijn deze te vinden in fig. 1 en 2; ze zijn voor de andere regenstations (Delanggoe, Wonosari, Klaten en Gondang-Winangoen) geheel overeenkomstig.

En het feit komt nu naar voren, dat in die jaren, waarvoor onze uitzaaidatum bijzonder goed getroffen bleek, de Westmoesson-inval ongeveer 10 dagen eerder heeft plaats gehad dan het gemiddelde over alle jaren. Dat men op deze basis de laatste 8 jaren al heel slecht moet hebben geboerd wordt nu ook wel duidelijk, want de inval van den Westmoesson is de laatste 8 jaren gemiddeld bijna een maand later geweest dan in eerstgenoemde periode.

Wanneer wij geen voorspellingsmethoden kunnen vinden, die het mogelijk maken onze uitzaaidata met vroegeren en lateren inval van den Westmoesson op en neer te doen gaan, *dan zullen wij beter doen ons te richten naar een langdurig dan naar een kortjarig gemiddelde.* Op dezen grondslag zou onze tegenwoordige gemiddelde uitzaaitijd een dag of 10 te vroeg zijn gesteld ten opzichte van het langdurige gemiddelde.

We willen nu nog een enkel woord zeggen over plaatselijke verschillen in het gemiddelde Westmoesson-begin.

Wanneer wij in fig. 3 vergelijken Gondang-Winangoen, Klaten, Delanggoe en Wonosari, dan blijkt het dat in het Oosten van het tabaksgebied ongeveer 7 — 10 dagen eerder dezelfde hoeveelheid regen valt als in het Klatensche. *).

Onder overigens gelijke omstandigheden (van b.v. hoogte, al of niet voorbevloeien, grondvochtigheid) zou het dus rationeel zijn wanneer men op de Westelijke tabaksondernemingen een dag of 7 tot 10 later uitzaaide, dan op de Oostelijke landen.

---

*) De eerste regens, die meest van de Lawoe komen afzakken, lijken niet tot Klaten door te dringen.

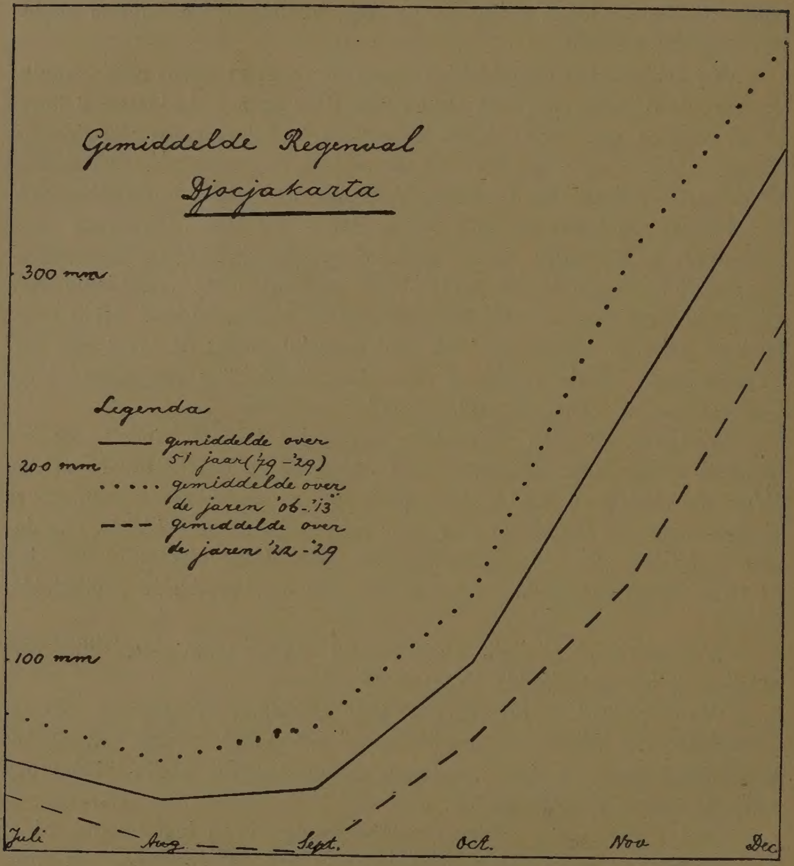

Fig. 2. *Gemiddelde maandelijksche regenval te Djocjakarta in de maanden Juli tot December* over 51 jaar ('79—29), van '06—'13 en van '22—'29.

Mean monthly rainfall at Djocjakarta.

III. SAMENHANG TUSSCHEN EENIGE METEOROLOGISCHE FACTOREN IN DEN ARCHIPEL. ATMOSFERISCHE PERIODICITEITEN EN POGINGEN OM HIEROP LANG VOORUIT EEN VOORSPELLING TE BASEEREN.

Hoewel de hier te bespreken pogingen om op atmosferische periodiciteiten lang vooruit een geschikte voorspelling te baseeren, geen succes voor ons zullen blijken te zijn, acht ik het de moeite waard deze hier in het kort te bespreken.

En wel voornamelijk om twee redenen.

Allereerst bestaat er in eenige practijk-kringen reeds neiging om den uitzaaidatum periodiek te willen verschuiven, ja er is reeds een geval bekend, waar men den uitzaaidatum volgens een driejarig systeem laat varieeren. De behandeling van het vraagstuk zal nu duidelijk aantoonen, dat er op redelijke gronden niets goeds te verwachten is van een dergelijken periodiek wisselenden uitzaaidatum.

In de tweede plaats zullen wij met eenige typische eigenschappen van het weer in onze archipel kennismaken, die wij in het volgende hoofdstuk zullen gebruiken, om een voor ons doel bruikbare weervoorspelling op te baseeren.

Uit de publicaties van BRAAK [1]) en BERLAGE [2]) komt duidelijk naar voren, dat afwijkingen van het gemiddelde wat betreft temperatuur en luchtdruk in een groot gebied gelijktijdig en op dezelfde wijze voorkomen (Indische archipel, Britsch Indië en Australië).

Zoo wees BRAAK erop, dat dezelfde temperatuur-afwijkingen van Batavia voorkomen over den geheelen Indischen Oceaan tot de Seychellen en Mauritius toe.

De groote samenhang, die er bestaat tusschen de luchtdrukafwijkingen van Batavia en Port Darwin ziet men in fig. 4.

Behalve dit feit heeft BRAAK laten zien, dat er een duidelijk ver-

---

[1]) C. BRAAK „Atmospheric variations of short and long duration in the Malay Archipelago and neighbouring regions and the possibility to forecast them". Verhandeling 5. Kon. Magn. en Meteor. Observatorium Batavia 1919.

[2]) H. P. BERLAGE „East-monsoon forecasting in Java". Ebenda. Verh. 20. Weltevreden 1927.

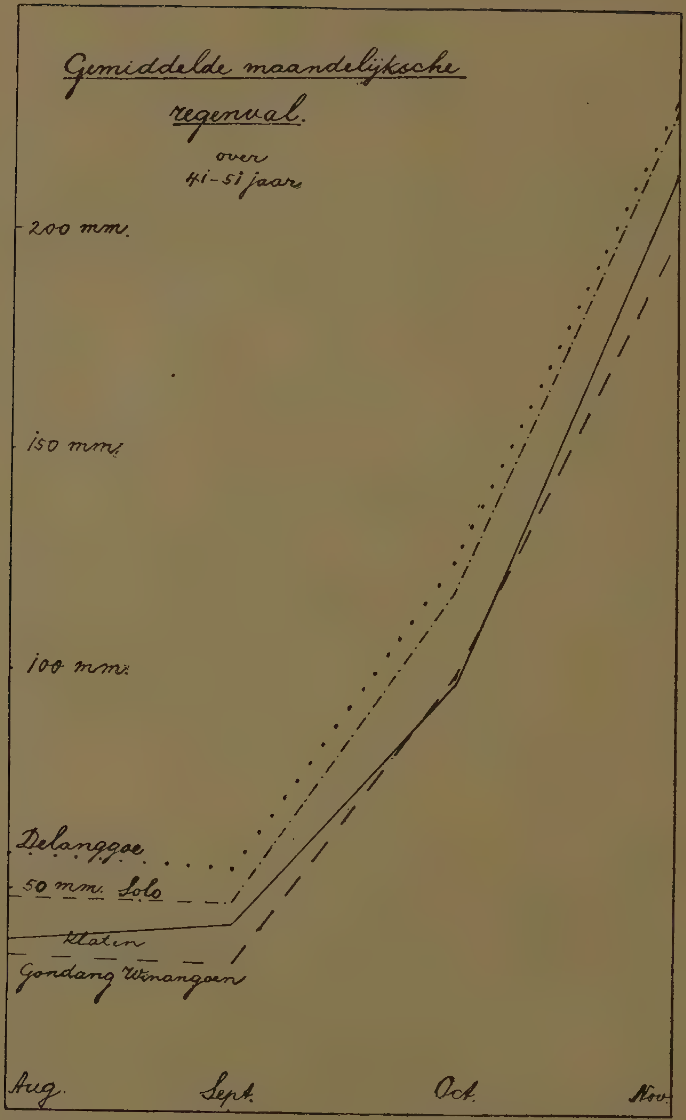

Fig. 3. *Gemiddelde maandelijksche regenval van Augustus tot November in het Westelijke (Gondang-Winangoen, Klaten) en in het Oostelijke tabaksgebied (Delanggoe en Solo).*

Mean monthly rainfall in the western and in the eastern tobacco district.

band bestaat tusschen de afwijkingen der verschillende meteorologische factoren onderling. Men kan zich op goede gronden voorstellen, dat het karakter van het weer in onze streken voor een deel wordt beheerscht door den Indischen Oceaan. BERLAGE zegt pag. 6: „The close parallellism between Batavia temperature and Indian Ocean temperature suggests in the first place a strong influence of the Indian Ocean on the air temperature in our Archipelago".

En de temperatuur heeft hier in deze streken weer invloed op den luchtdruk. Zooals BRAAK zegt „As dynamical influence on airpressure can be of only subordinate importance in the tropical regions under consideration, it will be the mean temperature of the air above the place of observation that is determing the airpressure".

De zeetemperatuur en luchtdruk hangen dan ook zooals BERLAGE verder uitwerkte zeer nauw samen; er blijkt een afhankelijkheid te bestaan, die als volgt mathematisch kan worden weergegeven.

$$\frac{d\,Pt}{d\,t} = -b \times Tt$$

waarin Pt = afwijking van de gemiddelde luchtdruk te Port Darwin op een tijdstip „t"

Tt = afwijking van de gemiddelde zeetemperatuur Bima-Makassar *) op hetzelfde tijdstip „t"

b = een constante

Hooge zeetemperatuur gaat dus gepaard met dalende barometer, lage zeetemperatuur met stijgende barometer.

Het ligt voor de hand, dat deze luchtdruk-veranderingen ook de windsnelheid en den regenval beïnvloeden. Inderdaad is dit ook het geval, waarop straks uitgebreider wordt teruggekomen. Wij kunnen echter onzen indruk samenvatten door aan te halen, wat BERLAGE stipuleert: „I wish to emphasize how intimately air-pressure, temperature and rainfall are related". Ik wil nog eenmaal wijzen op den algemeenen gelijkmatigen aard van het weer in den geheelen Indischen Oceaan. Wanneer wij namelijk straks een verband zullen gaan zoeken tusschen den luchtdruk in Port Darwin en den regenval in Midden-Java, dan kan dit nu den misschien eerst wat eigenaardigen indruk daarover wegnemen. De luchtdrukafwijkingen op Java, die we in samenhang willen bekijken met den regenval daar te lande komen niet alleen op dezelfde wijze ook

*) Zeetemperatuur gemeten op de route Bima—Makassar door de K. P. M.

te Port Darwin voor, maar (zie fig. 4) zijn daar nog duidelijker uitgesproken, scherper gemarkeerd. Het kan daarom soms voordeelen hebben juist den luchtdruk van Port Darwin met het weer in Midden-Java te vergelijken.

We komen nu tot de periodiciteiten. In den archipel kan men de volgende langdurige periodiciteiten onderscheiden:

de *Zonnevlekken-periode*	:	cyclus van	± 11 jaar
de *Pacific-periode*	:	„ „	± 7 jaar
de *Indische Oceaan-periode*	:	„ „	± 3 jaar

De waarnemingen in ons gebied, zijn te kort dan dat wij ook de BRÜCKNER- periode van ± 35 jaar eventueel zouden kunnen ontdekken. Wat een periodiciteit van zeer langen duur betreft, is als opvallend verschijnsel nog te vermelden de voortdurende stijging van de temperatuur te Batavia (van 1881 tot 1918 bijna 0.6° C; volgens mondelinge mededeeling van PROF. BOEREMA heeft zich de stijging tot op dit oogenblik doorgezet). Wanneer dit niet een secundair verschijnsel is [1]), moet men aan een langdurige periodiciteit denken, omdat men anders aan het begin onzer jaartelling hier een ijstijd zou hebben gehad, wat allerminst het geval is geweest.

In fig. 4 kunnen we echter wel van twee der andere periodiciteiten iets terugvinden. Allereerst zoo nu en dan een driejarige periodiciteit (met maximale luchtdrukafwijkingen in 1885, 1888 en 1891; later 1896, 1899, 1902, 1905; weer later 1911, 1914). Hoewel dus een driejarige periodiciteit van tijd tot tijd te voorschijn komt, wordt deze telkens verbroken en hierin valt ook weer een zekere periodiciteit waar te nemen (± 1883, 1893, 1906, 1917), wat vrijwel samengaat met zonnevlekkenmaxima (die den luchtdruk verlagen): de elfjarige periode. Tenslotte is na 1917 de heele driejarige periodiciteit verstoord.

En hier zien wij nu meteen de hoofdfeiten gedemonstreerd; bepaalde periodiciteiten laten hun bestaan zoo nu en dan wel bespeuren, maar de verschillende periodiciteiten verstoren elkaar telkens, zoodat de *driejarige cyclus discontinu wordt, en wij er dus voor onze voorspellingen onvoldoende op kunnen bouwen.*

Om met een enkel woord toe te lichten hoe men zich het ontstaan dier periodiciteiten kan denken, diene het volgende.

---

[1]) De uitbreiding van Batavia als stad (verdwijnen van sawahs, asphalteering, bebouwing) zou misschien voor deze stijging verantwoordelijk kunnen worden gesteld. Maar niet alleen, dat deze stijging ook in Calcutta wordt waargenomen, in Manilla heeft omgekeerd een regelmatige daling plaats.

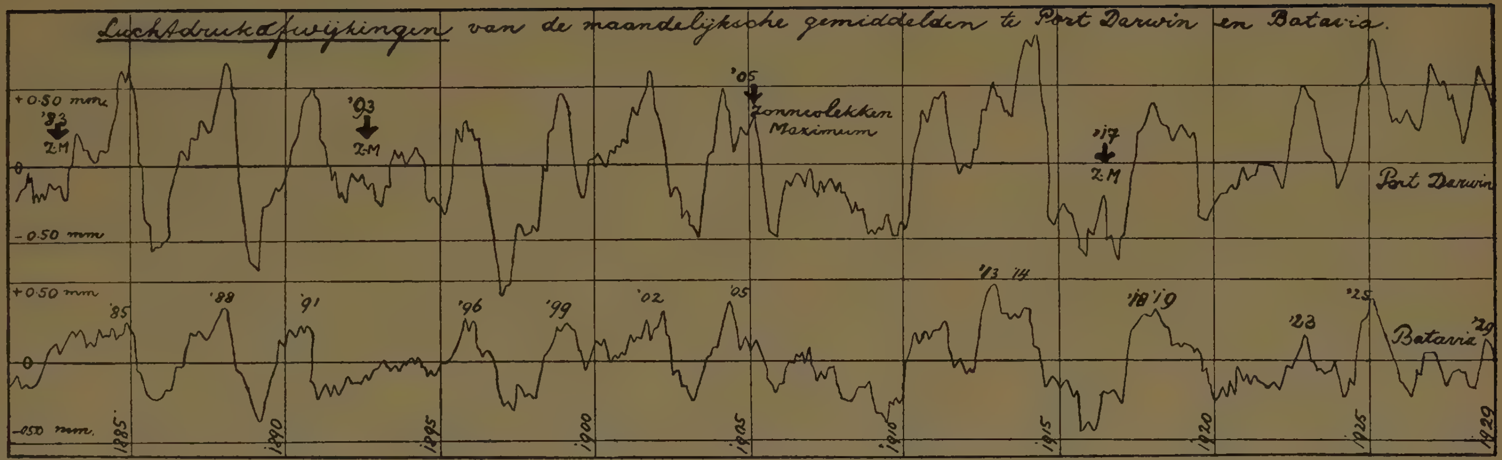

Fig. 4. *Luchtdrukafwijkingen van de normale maandelijksche gemiddelden te Port Darwin en Batavia.*

Met pijltjes zijn de zonnevlekkenmaxima (Z. M.) aangegeven. De jaartallen met positieve toppen in de luchtdrukafwijkingen te Batavia, die correspondeeren met droge tabaksjaren zijn apart er boven vermeld.

Airpressure-deviations from the normal monthly means at Port Darwin and Batavia.

De 11-jarige zonnevlekkenperiode of de nog langere 35-jarige BRÜCKNER-periode, m. a. w. cosmische invloeden geven een implus tot een zichzelf reguleerende 7-jarige golfbeweging (periodiciteit), die zich bijvoorbeeld in den Pacific uit door een periodiciteit in den warmen tegenstroom der zee bij Noord Peru en Ecuador.

Deze Pacific-golfbeweging geeft bij tusschentijden impulsen in het gebied van den Indischen Oceaan, die daar de zichzelf reguleerende driejarige periodiciteit in gang zetten. Gecombineerd treedt zoo in ons gebied een telkens verstoorde 3-jarige periodiciteit op.

BERLAGE heeft nu nog getracht empirisch een formule op te stellen voor den regenval in de tweede helft van den Oostmoesson, welke aldus luidt:

$$\triangle R = - a (\triangle B_1 - 0.5 \triangle B_2) + b \triangle T - c \triangle V - K$$

Hierin beteekenen:

$\triangle R$ = afwijking (in m.m.) van den gemiddelden normalen regenval in West- en Midden-Java in Juli, Augustus en September.

$\triangle B_1$ = afwijking (in c.m.) van den normalen luchtdruk te Batavia in de direct voorafgaande Westmoesson-maanden December, Januari en Februari.

$\triangle B_2$ = idem in de overeenkomstige maanden van het daaraan voorafgaande jaar.

$\triangle T$ = afwijking van de gemiddelde luchttemperatuur (in centigraden) van Singapore om 9 uur a.m. in Februari, Maart en April.

$\triangle V$ = de afwijking van het gemiddelde quotient van den regenval in Juli, Augustus en September, in den voorafgaanden Oostmoesson aan de Oostzijde (Makassar en Pangkadjané) en van dien aan de Westzijde (Sindjai) van de Lompo Batangpiek.

K = 10, om de 6.8 jaar, te beginnen 1850; in de andere jaren is $K = O$;

terwijl $a = 10$, $b = 5$, $c = 25$.

De eerste vier factoren geven het verband met de meteorologische factoren (respectievelijk luchtdruk, temperatuur en windrichting in onzen archipel) en de vijfde factor brengt een rectificatie, voor een invloed der Pacific-cyclus eens in de ± 7 jaar.

Deze formule, opgesteld in 1925, heeft in 1927, 1928 en 1929 slechte resultaten gegeven. BERLAGE vermoedt, dat ze nog te zeer van het regelmatig voortbestaan eener 3-jarige schommeling afhankelijk is.

Voor ons geeft dus noch een eenvoudige periodiciteit, noch de empirische formule van Berlage houvast bij de voorspelling van een vroegen of laten inval der Westmoessons.

IV. VERBAND TUSSCHEN DEN TIJD VAN INVAL DER WESTMOESSONREGENS EN DE LUCHTDRUK-AFWIJKINGEN IN DE VOORAFGAANDE MAANDEN.

1. GRONDSLAG DER UITGEWERKTE VOORSPELLINGSMETHODE.

Is er reeds in het voorgaande gewezen op het verband in deze streken tusschen zee-temperatuur, lucht-temperatuur, lucht-druk regenval en windsterkte, thans zullen wij het verband tusschen de laatste drie factoren nog eens wat nader bekijken.

Wanneer wij in fig. 4 de toppen bezien der luchtdrukafwijkingen in Port Darwin en Batavia, dan valt het op, *dat deze toppen behalve 1911 juist alle vallen in droge jaren* (1885, 1888, 1891, 1896, 1899, 1902, 1905, 1913, 1914, 1918, 1919, 1923, 1925 en 1929). Om deze kwestie nader te bestudeeren heb ik in fig. 5 samengesteld den gemiddelden regenval van de 6 zéér droge jaren en die van de 5 zéér natte, verregende jaren, vergeleken met de gemiddelde luchtdrukafwijkingen in die jaren. En nu blijkt het ten duidelijkste dat er *een verband bestaat tusschen hoogen luchtdruk en laten inval van den Westmoesson, e. o.*

BRAAK, die deze samenhang ook naar voren bracht, zegt: „Low-pressure years are characterised by a relatively short eastmonsoon and a long westmonsoon, high pressure years by a long east, and a short westmonsoon".

En verder: „In the dry eastmonsoons (high pressure) there is usually a strengthening of the eastwind, which increases still the effect of the drought".

M. a. w. *jaren met hoogen luchtdruk hebben een lang durenden uitgesproken Oostmoesson met sterken wind.*

Nog nader vindt men in tabel 2 het verband tusschen den luchtdruk in Batavia (51 jaren) en Port Darwin (51 jaren) en de sterkte van den regenval in de maanden October, November en December in Midden-Java.

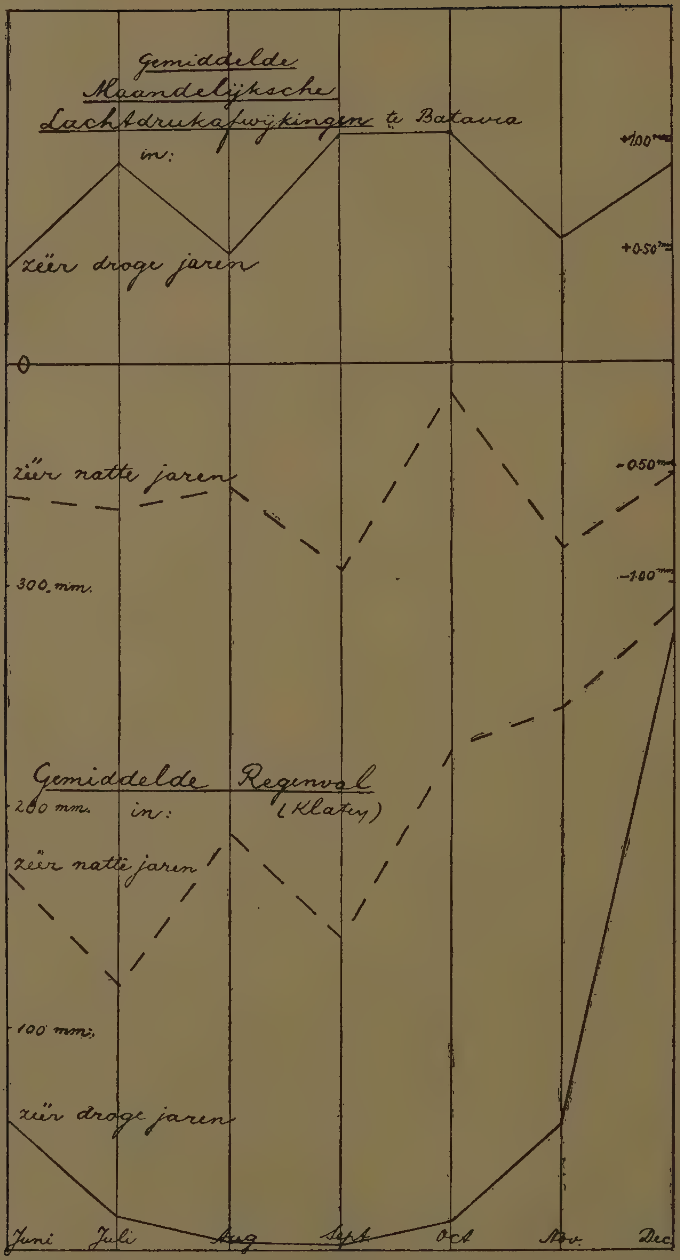

Fig. 5. *Vergelijking van de gemiddelde maandelijksche luchtdrukafwijkingen te Batavia in zéér droge en zéér natte jaren met den gemiddelden maandelijkschen regenval te Klaten in die jaren.* (zie tekst)

Mean monthly airpressure-deviations (Batavia) compared with mean monthly rainfall (Klaten) in very dry and in very wet years.

TABEL 2. CORRELATIECOËFFICIËNTEN VAN DEN LUCHTDRUK IN BATAVIA, PORT DARWIN EN DE STERKTE VAN DEN REGENVAL IN MIDDEN-JAVA.

Correlatiecoëfficiënt van den regenval in:
October (Midden-Java) en den

luchtdruk gedurende:	Jan.+Febr.	Mrt.+April	Mei+Juni	Juli+Aug.	Sept.+ October
te Batavia:	−0.39±0.08	−0.45±0.08	−0.43±0.08	−0.71±0.05	−0.70±0.05
te Port Darwin:	−0.15±0.09	−0.41±0.08	−0.59±0.06	−0.66±0.05	−0.64±0.06

Correlatiecoëfficiënt van den regenval in *November* en den

luchtdruk gedurende:	Jan.+Febr.	Mrt.+April	Mei+Juni	Juli+Aug.	Sept.+ October
te Batavia:	+0.03±0.09	−0.04±0.09	−0.38±0.08	−0.51±0.07	−0.49±0.07
te Port Darwin:	+0.20±0.09	0.00±0.09	−0.41±0.08	−0.51±0.07	−0.57±0.06

Correlatiecoëfficiënt van den regenval in *December* en de

luchtdruk gedurende:	Jan.+Febr.	Mrt.+April	Mei+Juni	Juli+Aug.	Sept.+ October
te Batavia:	+0.09±0.09	−0.01±0.09	+0.11±0.09	−0.10±0.09	+0.04±0.09
te Port Darwin:	+0.02±0.09	−0.10±0.09	+0.18±0.09	−0.02±0.09	+0.07±0.09

Ongedwongen kunnen wij dit aldus verklaren: de groote regenperioden van Java worden beheerscht door de aequatoriale dubbele regentijden (de droge tijden vallen in den wintertijd van ieder halfrond) en de moessonsystemen (ongelijke verwarming Australië en Azië) [1], m. a. w. de regenperioden hangen samen met de jaarlijksche beweging van de zon.

De temperatuur van den Indischen Oceaan via den luchtdruk kan dezen gang van zaken echter eenigermate beïnvloeden en wel zoodanig, dat *abnormale hooge luchtdruk de Westmoessonregens later doet invallen*, e. o.

[1]) Zie bijvoorbeeld J. BOEREMA „Typen van den Regenval in Nederlandsch-Indië". Verh. 18 Kon. Magn. en Meteorol. Observatorium te Batavia, 1926.

Hierdoor blijft soms de regen in October nog uit, een enkel maal in November, maar in December is de Westmoesson a. h. w. vrijwel nooit meer tegen te houden.

Hiermede worden de bovenstaande correlaties duidelijk, welke samenhang bovendien precies die is, welke wij zoeken.

Luchtdrukafwijkingen en aanvang van de Westmoessonregens houden dus zeer nauw verband in onze streken en we willen verder zien, in hoeverre wij hierop een *voorspelling* kunnen baseeren.

Wanneer zooals in Europa de luchtdruk van dag tot dag wisselt, heeft men aan den luchtdruk van heden geen enkel houvast om daaruit den luchtdruk van eenige maanden later te voorspellen.

In geval men echter een klimaat heeft met een groote mate van bestendigheid wordt deze kwestie heel anders. Stellen wij eens theoretisch, dat perioden van 12 maanden te hoogen luchtdruk (+) regelmatig met perioden van 12 maanden te lagen luchtdruk (—) afwisselen, aldus:

\+ + + + + + + + + + + + — — — — — — — — — — — —
\+ + + + + + + + + + + + — — — — — — — — — — — —

enz.

Wanneer men dan op een bepaald tijdstip voorspelt, dat in den volgenden maand dezelfde aard der luchtdrukafwijking zal heerschen, raadt men gemiddeld 1 maal fout tegen 11 maal goed; voorspelt men 2 maanden vooruit op deze wijze, dan voorspelt men 2 maal verkeerd tegen 10 maal juist. Of in het algemeen gesproken; wanneer er constante perioden zijn van gemiddeld *n* tijdseenheden en men voorspelt *k* van die tijdseenheden vooruit, dan is de kans, om juist te voorspellen vooropgesteld, dat men k kleiner laat dan n).

$$W = \frac{n - k}{n} = 1 - \frac{k}{n}$$

Wanneer de regelmatigheid der perioden volledig is, komt het er dus verder opaan, dat de perioden van constante luchtdrukafwijking lang zijn in verhouding tot den tijdsduur dat men vooruit wil voorspellen; verder geldt, dat hoe langer men vooruit voorspelt, hoe slechter de kans wordt om juist uit te komen.

Nu blijken hier te lande die constante perioden inderdaad vrij lang te wezen en ook vrij regelmatig voor te komen, zoodat het hier gegeven theoretische geval eenigermate wordt benaderd.

Als voorbeeld geef ik hier de serie luchtdrukafwijkingen van 1913 tot 1920.

TABEL 3. TWEE-MAANDELIJKSCHE SOMMEN (IN HONDERDSTEN VAN M.M. KWIKDRUK) DER LUCHTDRUKAFWIJKINGEN TE BATAVIA.

1913	+ 32	− 111	+ 16	+ 56	+ 102	+ 189
1914	+ 238	+ 138	+ 66	+ 113	+ 157	+ 31
1915	+ 111	+ 239	− 80	− 5	− 81	− 23
1916	− 46	− 53	− 109	− 83	− 195	− 267
1917	− 55	− 175	+ 1	− 104	− 122	− 116
1918	+ 32	+ 101	+ 62	+ 115	+ 158	+ 40
1919	+ 189	+ 76	+ 12	+ 48	+ 39	+ 3
1920	+ 66	− 31	+ 3	− 6	− 86	− 134

De meteorologische factoren kenmerken zich hier door een groote mate van traagheid. Waar de temperatuur van den Indischen Oceaan op deze luchtdruk- en regenafwijkingen zulk een belangrijken invloed uitoefent is dit ook wel begrijpelijk.

BERLAGE berekent de gemiddelde duur der periodiciteit hier op ongeveer 3,4 jaar. Nemen wij voor globale berekening daarbij gelijke perioden van hoogen en lagen luchtdruk aan, dan wordt

$$n = 1{,}7 \times 12 = 20{,}4 \text{ maanden}$$

Wanneer wij op bedoelde wijze in Juli voor October willen voorspellen, zouden wij zoodoende op een globale juistheid van voorspelling van ruim 85 % komen.

2. BRUIKBAAR MAKEN VAN DE METHODE.

Wij hebben dus als grondslag voor de voorspelling deze gedachtengang gekozen: positieve luchtdrukafwijkingen in October veroorzaken een te laten inval der Westmoessonregens; zijn er positieve luchtdrukafwijkingen in Juli dan hebben we een groote kans op eveneens positieve luchtdrukafwijkingen in October.

We zullen echter beginnen met kleine toevallige positieve en negatieve luchtdrukafwijkingen in Juli uit te schakelen bij de voorspelling, om zoodoende de kans op juistheid ervan te vergrooten.

Wanneer ik aldus op empirische gronden de volgende beperkingen invoer: ik voorspel *droog* te worden alle jaren, waarin de luchtdrukafwijking in Juli *grooter is dan + 36* [1]) en ik voorspel *goede (natte) jaren*, wanneer de negatieve luchtdrukafwijking in dien maand *grooter is dan — 18* [1]), dan zou vanaf 1879 het resultaat zijn geweest, als in tabel 4 door de *cursieve letters* wordt aangegeven (methode B).

1) Hier en in het vervolg uitgedrukt in honderdsten van m.m. kwikdruk.

Hoewel deze voorspellingswijze ons een groot aantal juiste uitkomsten levert, heb ik getracht nog eenige aanvulling te verkrijgen door andere methoden, die tenslotte op deze zelfde principes berusten.

Allereerst zouden we kunnen vooronderstellen, dat indien per ultimo Juni sinds een vol jaar reeds een onafgebroken periode van te hoogen, respectievelijk te lagen luchtdruk heeft geheerscht dit zijn invloed op den inval van den komenden Westmoesson volgens de besproken wijze zal doen gelden. Hierbij zullen we nu nog aannemen, dat dan minstens één der zes twee maandelijksche sommen een grootere afwijking dan 100 moet hebben. Zoo ontstaat de voorspellingsmethode A, tabel 4. Omdat tusschen Juni en October een vrij groote tijdsperiode ligt, waarin de luchtdruk kan omslaan, acht ik deze voorspelling de onzekerste.

Is het volgens deze methoden nog niet mogelijk, om een voorspelling te doen, dan zullen wij ultimo Juli Port Darwin te hulp roepen. Zooals wij zagen, geeft Port Darwin meer geprononceerde luchtdruk afwijkingen dan Batavia. Bij het uitschakelen van kleine „toevallige" afwijkingen voor onze voorspelling moeten wij onze grenzen hier dus ook hooger stellen. Als zoodanig hebben wij gekozen + *80 en sterkere positieve afwijkingen over Juli,* wanneer wij een *droog* jaar voorspellen en — *40 en sterkere negatieve afwijkingen* [1]*)*, in welk geval wij *nat* voorspellen. Op deze wijze krijgen wij voorspellingsmethode C, tabel 4.

Verder zouden wij weer op 1 September een voorspelling kunnen doen op dergelijke gronden als bij A, door aan te nemen, dat dan een onafgebroken periode van 8 maanden van duidelijk (daarom minstens één der twee-maandelijksche sommen een grootere afwijking vertoonende dan 100) te hoogen of te lagen luchtdruk per ultimo Augustus den inval van den komenden regentijd zal beïnvloeden. (Methode D, tabel 4).

Ten slotte kunnen wij op 1 October voor sommige zeer droge jaren nog een waarschuwing geven om met bevloeien te rekenen op geen vroegeren inval van den Westmoesson dan eind November. (Methode E, tabel 4).

Zooals men weet is de Oostmoesson in West-Java veel minder scherp dan in Midden-Java. Laten inval der Westmoessonregens, wat immers gepaard gaat met scherpte van den voorafgaanden Oostmoesson, moet men dus in West-Java kunnen voorspellen aan vrijwel uitblijven van regen in September, welk verschijnsel ook voor normale jaren in Midden-Java regel is. Inderdaad komen lage regencijfers in September voor West-Java overeen met zeer laat invallende Westmoessonjaren.

---

[1]) Dat de grens voor droog te voorspellen jaren steeds hooger wordt gesteld, dan voor de natte, vindt zijn grondslag daarin, dat onder de nat te voorspellen jaren zoowel de *zeer natte* als de *normale* jaren moeten vallen.

TABEL 4. OVERZICHT DER VOORSPELLINGSRESULTATEN.

	DROGE JAREN				NATTE EN ZEER NATTE JAREN							
	Voorspeld: (d=droog; n=nat)					Voorspeld: (d=droog; n=nat)				Voorspeld: (d=droog; n=nat)		
1881		*d*			**1879**		*n*	n	1906		*n*	
1882					1880	**n**			1907		*n*	
1884	**d**		d		(1883)		*d*		1908			
1885	**d**	*d*	d		1886		*n*		1909		*n*	n
1888		*d*	d		1887	**n**		n	**1910**	**n**	*n*	n
1891		*(d)*	d	!	1889		*n*		1911			
1896		*d*		!	(1890)	**n**			1912		*n*	
1899					1892			n	1915		*(n)*	
1902		*d*		!	1893	**n**	*n*	n	**1916**	**n**	*n*	n
1905		*d*	d		1894		*n*		1917		*n*	
1913		*(d)*			1895		*(n)*		**1920**		*(n)*	
1914	**d**		d	!	(1897)				1921	**n**	*n*	n
1918		*d*	d		1898		*n*		1922			n
1919	**d**		d		**1900**		*n*		1924			
1923		*(d)*		!	1901		*n*		(1927)			
1925		*d*			1903		*n*		1928		*n*	
1926	**d**		d		1904		*n*					
1929		*d*		!								

A. *Vet gedrukt:* Voorspelling op *1 Juli.*

(Indien de Batavia-luchtdruk tot en met Mei/Juni 6 achtereenvolgende twee-maandelijksche sommen heeft opgeleverd van hetzelfde teeken, waarbij minstens één afwijking grooter dan 100, worden de jaren met positieve afwijkingen droog, de jaren met negatieve afwijkingen nat voorspeld).

B. *Cursief:* Voorspelling op *1 Augustus.*

(Indien de luchtdruk te Batavia in Juli positief meer dan + 36 afwijkt: droog; indien de luchtdruk te Batavia in Juli negatief meer dan — 18 afwijkt: nat).

C. *Cursief tusschen haakjes:* Aanvullende voorspelling op *1 Aug.*
(Is volgens A en B geen voorspelling mogelijk, dan wordt indien de luchtdrukafwijking over Juli te Port Darwin positief + 80 of méér afwijkt; droog, en wanneer deze negatief — 40 of minder afwijkt: nat voorspeld).

D. *Gewone letter:* Voorspelling op *1 September.*
(Indien de Batavia-luchtdruk tot en met Juli/Aug. 4 achtereenvolgende twee-maandelijksche sommen heeft opgeleverd van hetzelfde teeken, waarbij minstens één afwijking grooter dan 100, worden de jaren met positieve afwijkingen droog, de jaren met negatieve afwijkingen nat voorspeld.

E. *Uitroepteeken:* Waarschuwing op *1 October:* de regens komen niet vóór het laatste deel van November.
(Alle jaren, waarin in September te Batavia minder dan 5 m. m. regen is gevallen).

Het resultaat, dat wij op deze wijze door combinatie der methoden bereiken kunnen is belangrijk. Want in 51 jaren zou per 1 Augustus voor 42 jaren (82 %) een voorspelling mogelijk zijn geweest. Hiervan zouden dan 17 jaren droog (waarvan inderdaad 16 jaren droog waren, 1 was twijfelachtig), en 25 nat (waarvan inderdaad 24 nat en 1 twijfelachtig waren) voorspeld zijn geworden.

Rekenen wij de twee twijfelachtige jaren, waarvan één nat en één droog [1]) voorspeld werden, beide als fout voorspeld, dan komt men op een voorspellings juistheid van 95 %.

Op 1 September stijgt het aantal voorspelde jaren tot 44 (86 %), waarvan 42 voorspellingen juist uitkwamen (95 %).

Bovendien kan dan in 6 droge jaren nog een extra waarschuwing voor "laat nglebben" worden gegeven per 1 October.

Deze voorspellingsmethode, die op behoorlijke grondslagen is gebaseerd, kunnen wij dus zeker voor toepassing aanbevelen.

3. TOEPASSING VAN DE VOORSPELLINGSMETHODE IN DE PRACTIJK.

Nemen we als voorbeeld eens aan, dat de tegenwoordige uitzaaidata zouden zijn 20 Juli en 3 Augustus en dat deze inderdaad geschikt zijn

1) In een artikel „Droogte jaren op Java" (Natuurkundig Tijdschrift, dl 75, 1915) zegt W. van BEMMELEN „Van groote droogte kan in dit jaar alleen voor Oost-Java gesproken worden", zoodat 1883 toch misschien nog droog ware te rekenen. Doch er blijven natuurlijk steeds twijfelachtige gevallen bestaan. Zoo hoort 1926 volgens onze definitie tot de droge jaren, hoewel — daar de regens in November spoedig doorkwamen — vele planters 1926 niet bepaald droog zullen rekenen. We moeten echter tenslotte ergens een scheiding maken.

gekozen voor de goede natte jaren (Zie Hoofdstuk 2; of men in het Klatensche ± 7 — 10 dagen later moet planten dan in het Oostelijke tabaksgebied zal de practijk verder dienen te beoordeelen).

Wanneer nu op 1 Juli de voorspelling „nat jaar" gedaan wordt, houde men zich aan de bovengenoemde tegenwoordige uitzaaidata en voor den tijd van bevloeien kan men ook op tijdig doorkomende regens rekenen.

Als nu echter een „droog jaar" voorspeld wordt, hoeveel later moet men dan zaaien?

Voor een gunstig jaar wordt in de Vorstenlanden op een invallen der regens op ± 20 October gedacht. Wij hebben onze definitie voor droge jaren (Hoofdstuk 2) zoo gesteld, dat daaronder vallen de jaren, waarin de regens nà October komen, dus in November, soms pas in December. Wanneer wij nu het gemiddelde van den regen-aanvang in de droge jaren bepalen (en hiernaar zullen wij ons weer ter verkrijging van de kleinste kans op afwijkingen moeten richten), dan komen wij op de laatste decade van November. Wij moeten in zulke jaren dus minstens een maand later zaaien, m. a. w. in het bovengenoemde voorbeeld op 20 Augustus en 3 September.

Het is echter zelden mogelijk vóór 1 Augustus de voorspelling te doen; wordt dan droog voorspeld, zoo moet de uitzaai van 20 Juli worden uitgetrokken en zaait men opnieuw op 20 Augustus en 3 September.

In de 51 jaren kon in geen der jaren op 1 September een voorspelling „droog jaar" worden gegeven, die ook niet reeds eerder (1 Juli of 1 Augustus) gedaan had kunnen worden.

In de jaren, dat geen voorspelling mogelijk is, zal men zich het beste bevinden bij uitzaai op 20 Juli en 3 Augustus, omdat niet voorspelde natte jaren talrijker voorkomen dan niet voorspelde droge jaren. Men zij in zulke jaren dan wel wat voorzichtig met vroegtijdig bevloeien.

Het hier gegeven voorbeeld is natuurlijk als aanduiding bedoeld. Bij een iets andere regeling der tegenwoordige uitzaaidata (b.v. een verdeeling in drieën) zal een dergelijk soort regeling wel opgesteld kunnen worden, evenals er wel een practische oplossing voor het aanleggen van reserve-zaadbedden zal zijn te vinden (in geval op 1 Augustus de oude bedden uitgetrokken moeten worden).

De mogelijkheid, door deze methode geschapen, om zijn uitzaai te regelen naar den regenval beteekent een dergelijke vermindering van het risico voor de Java-tabakscultuur, dat kleine bezwaren daartegenover makkelijk zullen zijn te overwinnen.

V. SUMMARY.

WESTMONSOON FORECASTING IN BEHALF OF THE TIME OF SOWING-TOBACCO IN THE VORSTENLANDEN.

It is a very unfavourable factor in Java-tobacco-planting, that the commencement of the rainy westmonsoon varies considerably in different years.

As rain before leafcutting is essential to get a superior quality, years in which it is not raining before November or December (the so called "dry tobacco years") give rise to an inferior product.

In this paper the efforts are described to find a method to forecast some months before (at the sowing time) the early or the late commencement of the next wet monsoon.

First it is stated, that atmosferic variations of long duration (Brückner-, 11-, 7- and 3 year-periods) are often interfering with each other in such a way, that discontinuity of the 3-year period (as shown by Braak) is the result. In consequence this knowledge is of no use in forecasting with a great deal of correctness the dry tobacco-years.

The method developed by the author is based on two important facts:

1*st*. The close relation existing between airpressure-deviation at Batavia and also at Port Darwin and commencement of the westmonsoon in Java. Positive airpressure-deviation coincides with too late beginning of the wet monsoon). See figure 5.

2*nd*. The generally long duration in the Malay Archipelogo of the same *kind* (positieve or negative) of prevalent airpressure-deviation.

When we therefore forecast for the next months the same kind of airpressure deviation as is prevalent today this will often come true. Theoreticaly we can say that forecasting k months in advance and supposing the mean duration of constant deviation-periods to be *n* months, the probability w of „forecasting right": would be (if $k < n$)

$$w = 1 - \frac{k}{n}$$

After BERLAGE we can calculate the constant periods as to last about n = 20,4 months. Now we want to forecast in July (sowing time) for October (ordinary beginning of the wet westmonsoon), therefore k = 3 and w becomes approximately 85 %. A forecasting schema is based on these principles: positive high airpressure-deviation in July coincides with late beginning of the wet westmonsoon.

Since 1879 we could have forecasted in this way at the end of July in 42 cases (82 %) the beginning of the westmonsoon (early = wet = n; late = dry = d; see table 4), of which 40 cases (95%) would be forecasted right.

It is advised, as a consequence of empirical data, that if a dry monsoon can be forecasted, sowing tobacco has to take place one month later, than is practiced nowadays.

Using this forecasting-method the risks of tobacco-planting in Java can be diminished.

Literature cited:

W. VAN BEMMELEN „Droogte-jaren op Java", Natuurkundig Tijdschrift dl. 75, 1915.

H. P. BERLAGE „East-monsoon forecasting in Java", Verh. 20, Kon. Magn. en Meteor. Observ. 1927.

J. BOEREMA „Typen van den Regenval in Nederlandsch Indië (Rainfall types in the Netherlands Indies), Ebenda, Verh. 18, 1926.

J. BOEREMA „Observations made at the Royal Magnetic and Meteorlogical Observatory at Batavia, Vol. XLVIII, 1930.

C. BRAAK „Atmospheric Variations of short and long duration in the Malay Archipelago and neighbouring regions, and the possibility to forecast them", Verh. 5, Kon. Magn. en Meteor. Obs., 1919.